

# 北苏拉威西 Bangka 岛铁矿勘查区地球物理特征及找矿方向预测

张 峰<sup>1</sup>, 杨晓康<sup>2</sup>

(1. 四川越鑫坤地质矿产勘查有限公司, 成都 610051; 2. 广东安邦能源股份有限公司, 广东 深圳 518046)

**摘要:** 该研究以区内已知矿化点为基础, 以磁法地球物理勘查为工作手段, 通过 1:1 万磁法地球物理勘查并根据勘查区的地球物理特征, 最终圈定 16 个异常区; 以 16 个异常区为重点研究对象, 并选取了重点异常区内的磁法剖面进行了 2.5 维的反演, 最终对矿体的形状、规模及埋深进行了预测, 指明了下一步的找矿方向。

**关键词:** 北苏拉威西; 铁矿勘查区; 磁法; 地球物理特征; 成矿预测; 异常评价

**中图分类号:** P631.2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1006-0995 (2024) 03-0449-08

**DOI:** 10.3969/j.issn.1006-0995.2024.03.011

磁法地球物理勘查技术运用于矿产勘查中的每一个阶段, 在矿化体圈定、构造识别及岩性划分上, 地球物理勘查提供了半定量的分析成果, 在铁矿的勘查上更是被广泛运用。本文磁法地球物理勘查成果除常规性的进行异常区划定及评价外, 并重点选择了异常区内重点剖面进行了近三维的反演, 对矿体形状、规模及埋深进行了初步判断, 对后期勘查区勘查手段的选择及找矿方向具有指导意义。

## 1 矿区自然地理

勘查区位于印度尼西亚北苏拉威西省北米纳哈萨县东利库庞乡邦加岛 (Bangka), 美娜多市 (Manado) 机场东北方向。地理坐标范围: 东经:  $125^{\circ} 06' 00'' \sim 125^{\circ} 11' 50''$ ; 北纬:  $1^{\circ} 45' 30'' \sim 1^{\circ} 49' 50''$ 。邦加岛 (Bangka) 与苏拉威西岛平距约 6 km。从利库庞乡 (Likupang Timur) 码头到北米纳哈萨县 (Kab.Minahasa Utara) 政府办公地 Airmadidi 乡有约 40 km 的柏油公路相接; 从利库庞乡 (Likupang Timur) 到省政府驻地美娜多市 (Manado) 有约 40 km 的柏油公路相接。从美娜多市到雅加达市相距约 2 200 km, 约 3.5 小时航程 (图 1)。

勘查区基本为低山热带雨林, 地势东高西底, 海拔 0~330 m。矿区大部分为第四系覆盖, 部分山崖、深沟、海滩有基岩出露。勘查区属热带雨林气候, 年日温差小, 无四季变化, 仅分为旱季和雨季, 雨量充沛。区内无常年水流, 雨季时有小溪流水, 可饮用。因气候潮湿, 植被茂盛。

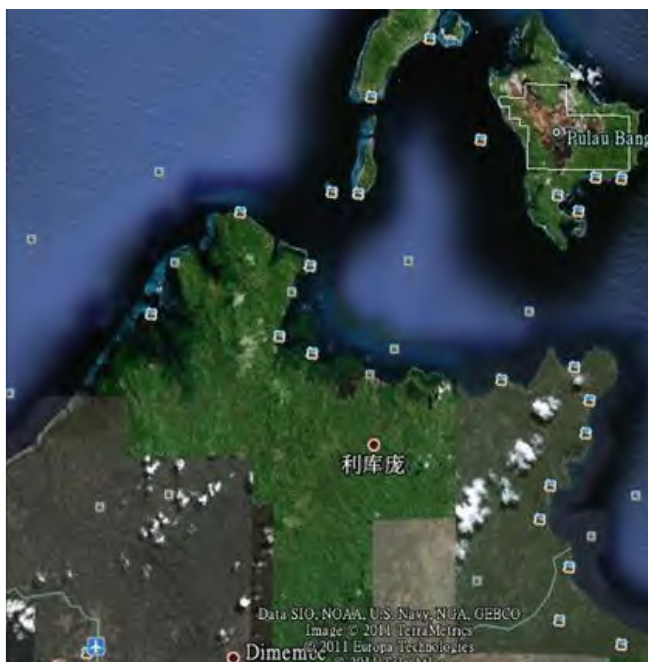


图 1 勘查区位置

## 2 矿区地质特征

### 2.1 地层

矿区地层基本分三层: 下部为褐铁矿、含火山碎屑褐铁矿、硅化含火山碎屑褐铁矿、中部为褐铁矿

收稿日期: 2023-07-31

作者简介: 张峰 (1981—), 男, 湖南浏阳人, 工程师, 研究方向: 固体矿产勘查

化火山碎屑岩（含少量褐铁矿团块），上部为火山碎屑岩、第四系（图2）。火山碎屑岩与基底辉长岩呈假整合接触。

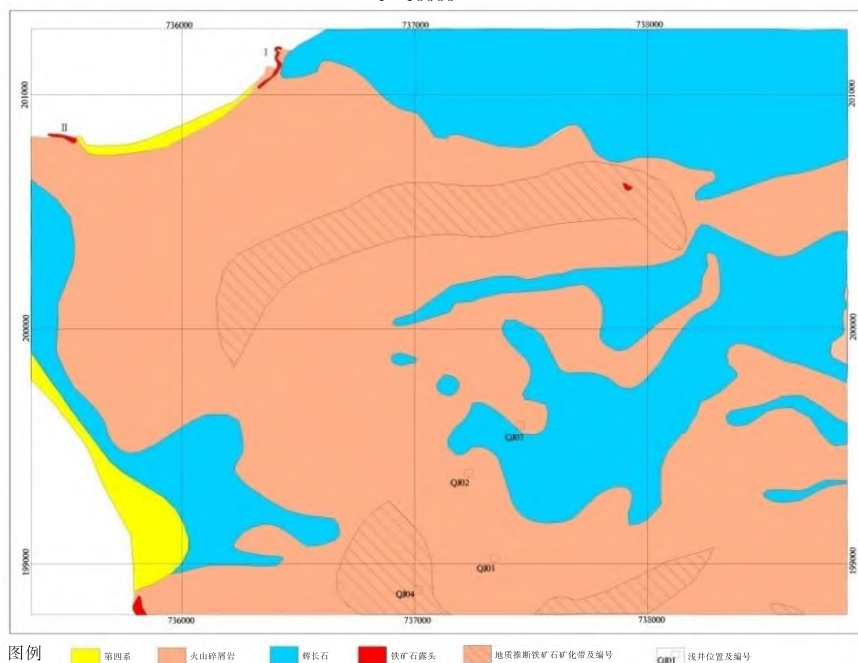
地层由老至新简述如下：

（1）新生代上新世（Tps）：为褐铁矿、褐铁矿化火山碎屑岩、硅化含火山碎屑褐铁矿：含褐铁矿火山碎屑岩又分为火山角砾岩及火山凝灰岩。

火山凝灰岩根据颜色可细分为三类：①为灰白色，基质为隐晶质，长石晶屑较为明显，粒度为0.1~0.3 mm，成分有铁质、砂岩、火山岩等，致密块状，硅化程度较高、硬度较大；②为浅灰色，基质为隐晶质，长石晶屑较为明显，粒度为0.1~0.5 mm，致密块状的凝灰岩、硬度较小；③为浅红色至灰白色，具斑状构造，硬度较小为粉末土状结构、见少量长石晶屑，粒度为0.1~0.5 mm，大部分凝灰岩硅化较强，地表有部分长石已风化为粘土，见褐铁矿化、赤铁矿化，但分布不均。

北苏拉维西省邦加岛铁矿勘查区地质图

1:10000



图例 第四系 火山碎屑岩 辉长岩 铁矿露头 地质推断铁矿化带及编号 线井位置及编号

图2 勘查区地质概要

火山角砾岩大小不一，小的有1 cm，最大的有20 cm，一般为1~10 cm，分选性差，大部分角砾岩呈明显的棱角，也少见有磨圆度较好的角砾。角砾成分为安山质火山岩、砂岩，填隙物主要为火山灰，部分为铁质胶接。褐铁矿、赤铁矿赋存在基底辉长岩之上，分布不均。

（2）现代冲积层（Qs）：湖泊、河流相沉积，主要为淤泥、砾石和泥灰质粘土组成。

（3）现代沉积：为第四纪覆盖，主要是粘土。

## 2.2 岩浆岩

勘查区出露的岩浆岩主要为辉长岩，为勘查区的基地，上部被火山碎屑岩覆盖。从勘查区辉长岩露头情况看，辉长岩呈灰黑色，中细粒辉长结构，块状构造。成分主要有辉石、长石、角闪石等组成，蚀变以硅化、高岭土化为主。硅化在岩石较完整的地方发育，局部可见无色粒状石英颗粒。高岭土化多为近地表较破碎地段发育。

## 2.3 构造

铁矿位于北苏拉威西省邦加岛，处于环太平洋构造活动带中（赵大咏等，2021；胡久常，1994）。新生代上新世发生的火山喷发旋回，最开始就喷溢出铁质流，而其本身至少有一个小的喷发旋回（梁光河，2013），然后，是被含铁的火山碎屑岩所覆盖。它的火山喷出机制，是点中心喷发、还是线喷发，或是点-线结合，同时存在的喷发，还有待进一步的研究。基底岩石辉长岩的古地貌特征，尤其其它的沟、盆、洼地（陈国达，1996），在铁流流向的通道中，易于有价值的工业矿体汇集，值得重视和进一步研究。

## 2.4 矿化体

矿区内见有一处铁矿体露头和一处矿化点，均沿海岸线分布。

（1）铁矿体露头

矿体位于EHE村，沿海岸线分布长约700 m，宽从海岸线一直到EHE村北山坡上均见有较连续的铁

矿石露头及转石出露,沿倾向估计约 200 m,部分达 300 m,铁矿石露头可见厚度为 2~3 m。主要成分为褐铁矿、赤铁矿,目视含杂质较少,呈致密块状构造,并见有少量火山角砾岩。

### (2) 矿化点露头

矿化点位于矿区北部红树林附近,为含铁火山碎屑岩,部分呈致密块状,有较多火山角砾和火山碎屑岩杂质,火山角砾大小不一,最小为 1 cm,最大可达 20 cm。角砾结构、块状构造。沿海岸线分布,长度约 150 m,可见厚度为 2 m 左右,矿化体宽度不详,所见矿化点露头品位较贫。勘查区除以上 1 个铁矿体露头、1 个矿化点露头以外的区域,露头、矿化点也较多,远景成矿条件较好,可作为以后工作的重点。

## 3 地球物理特征

### 3.1 岩(矿)石磁性特征

勘查区内岩(矿)石系统测定后统计结果见表 1。结果表明,区内岩(矿)石磁性由高往低分别是铁矿石、辉长岩、风化褐铁矿、火山碎屑岩,其中铁矿石、辉长岩具中等磁性,风化褐铁矿、火山碎屑岩则为弱磁性(岳继宗等, 2021)。

### 3.2 区域磁场特征

根据地表磁测成果(图 3),可看出磁场总体特征以正值为主(刘亮等, 2019),有北西高南东低的分布趋势,北西部磁场强度一般 200~400 nT,南东部磁场强度一般 100~-300 nT。

从图 3 中可看出,本区磁场以正磁场为主,磁场变化相对平稳,磁场强度一般为 50~100 nT,磁场分布有从南东面往北西面增加的趋势特征。在此背景下,局部地方分布着明显的正异常和正负伴生的异常。工区大部分为正磁场,只有西南角为负磁场,在正负磁场之间有一条明显的磁场梯级带。

表 1 区内主要岩(矿)石磁参数统计表

岩(矿)石名称	块数	K ( $4\pi \times 10^{-6} \text{SI}$ )		Jr ( $10^{-3} \text{ (A/M)}$ )	
		变化范围	几何平均值	变化范围	几何平均值
风化褐铁矿	11	33~45	37	12~17	15
褐铁矿石	2	3289~3342	3316	1316~1337	1326
辉长岩	4	1979~2568	2218	792~1027	887
火山碎屑岩	2	14~19	16	5~7	6

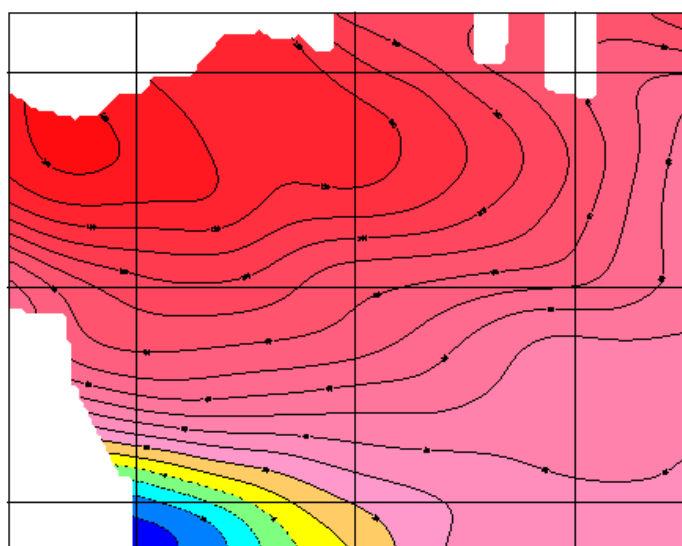


图 3 勘查区磁场分布特征

## 4 地球物理特征异常评价及成矿预测

本次勘查区磁法地球物理勘查,实施 100 m×10 m 的勘查网度,即线距 100 m,点距 10 m,面积约 7 km<sup>2</sup>。根据  $\Delta T$  局部场异常等值线平面图(图 4),本测区圈出局部异常共 16 个。本文对异常规模大、强度高的 CT2、CT7、CT11 等 3 个异常进行详细解释(李荣亮等, 2017),并选择了重点剖面进行近三维的反演,对异常区内的矿体形状、规模及埋深进行了初步判断。异常评价及成矿预测如下。

### 4.1 CT2 异常

异常中心坐标 X=200117, Y=735624,面积约 0.14 km<sup>2</sup>。由于测区原因,异常西面未封闭。

从  $\Delta T$  局部场异常等值线平面图(图 4)看,CT2 异常为正负伴生异常,呈北西走向。北面为正,南面为负,正异常极大值为 200 nT,负异常极大值为-300 nT。

CT2 异常大部分位于火山碎屑岩上,西面位于辉长岩。根据上延结果,向上延拓 50 m 后,负异常极大值急剧变为-20 nT,但正异常变化不大;向上延拓 100 m 后,异常消失,说明引起 CT2 异常的磁性体埋深不大。根据小波分析结果,在 2 阶细节中异常最明显,强度最大,由异常功率谱求得场源似深度为 70 m。CT2 异常强度为 200~-300 nT 之间,结合岩(矿)石磁性测定结果,认为磁异常可能是隐伏矿化体引起。为了解矿化体往深部情况,我们对 CT2 异常进行 2.5 维剖面反演,剖面走向为南北向(小号点



为南), 测点为 136 线 2150~2480 点, 反演结果如图 5。由图 5 可见, 矿化体呈层状分布, 埋藏较浅, 矿化体厚度南厚北薄, 主矿化体位于南面的负异常下, 厚度大于 200 m。

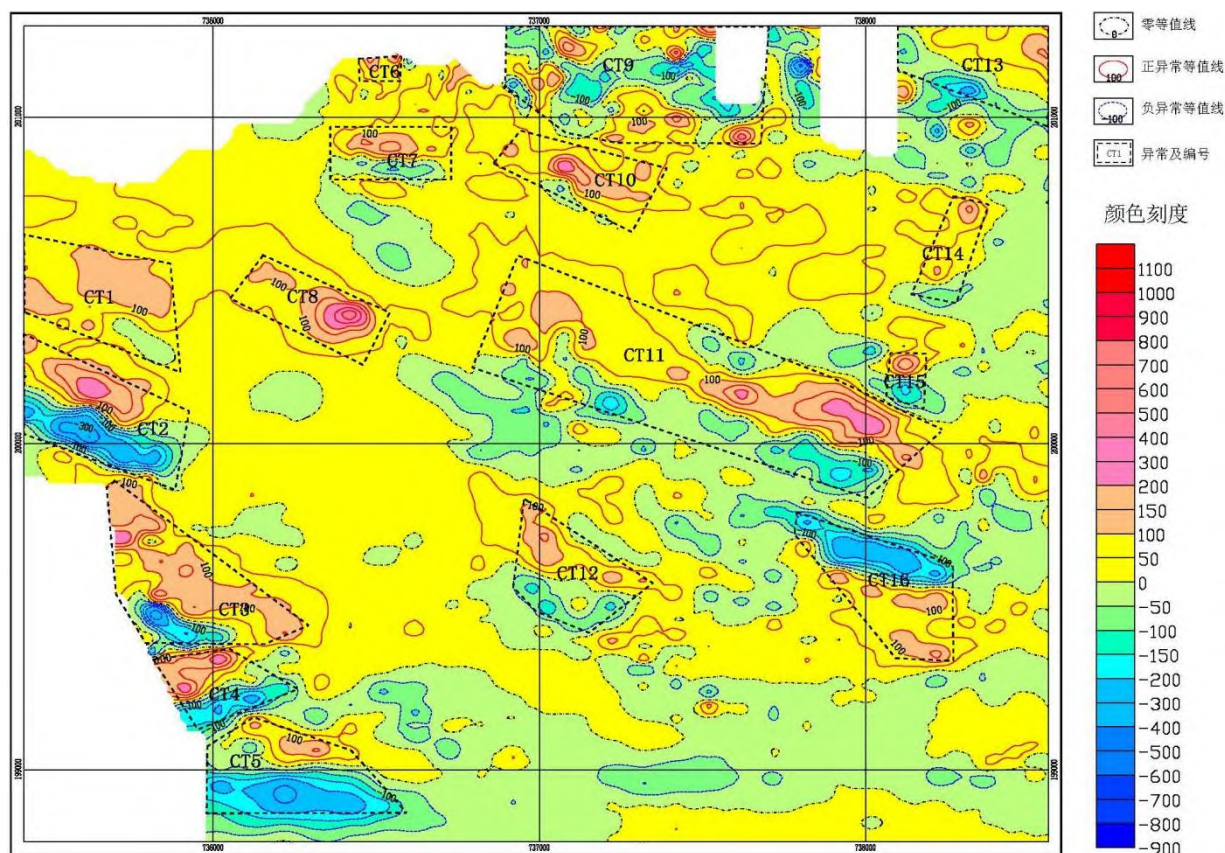


图 4 勘查区磁异常等值线及异常划定

综上所述, CT2 异常可能是隐伏矿化体引起, 在负异常一侧矿化体厚度变大。

#### 4.2 CT7 异常

位于测区北面矿化体露头南侧, 异常中心坐标  $X=200876$ ,  $Y=736526$ , 面积约  $0.06 \text{ km}^2$ 。

从  $\Delta T$  局部场异常等值线平面图看 (图 4), CT7 异常为正负异常, 北面为正异常, 呈东西走向, 最大正异常强度为  $180 \text{ nT}$ , 最大负异常强度为  $-100 \text{ nT}$ 。

CT7 异常位于火山碎屑岩上, 距北西面矿化露头  $150 \text{ m}$ 。根据上延结果, 向上延拓  $50 \text{ m}$  后, 负异常消失, 但正异常强度仍有  $180 \text{ nT}$ ; 向上延拓  $100 \text{ m}$  后, 异常消失, 为一片正磁场, 说明引起 CT2 异常的磁性体埋深不大。根据小波分析结果, 在 1 阶细节中异常最明显, 强度最大, 由异常功率谱 (孙海川等, 2021) 求得场源似深度为  $15 \text{ m}$ ; 在 2 阶细节中正异常强度最大为  $40 \text{ nT}$ , 由异常功率谱求得场源似深度为  $70 \text{ m}$ ; 在 3 阶细节中异常不明显。CT7 异常强度为  $-100 \sim 180 \text{ nT}$  之间, 结合岩 (矿) 石磁性测定结果, 认为磁异常不可能是火山碎屑岩引起, 可能是隐伏矿化体引起。为了解矿化体往深部情况, 我们对 CT7 异常进行 2.5 维剖面反演, 剖面走向为南北向 (小号点为南), 测点为 236 线 2860~3290 点, 反演结果如图 6。由图 6 可见, 矿化体呈层状分布, 起伏较大, 厚

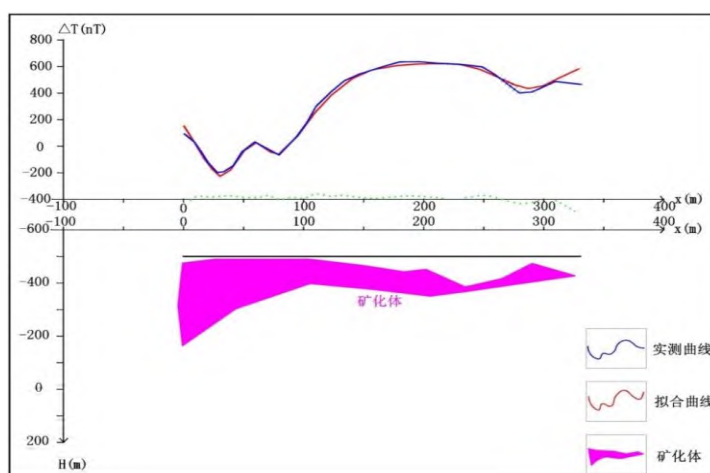


图 5 136 线 2150~2480 点 2.5 维反演图

度在 40 m 左右,埋藏深度在-70 m 左右。

综上所述,推断 CT7 异常为隐伏矿化体引起,主要埋藏在负异常一侧。

#### 4.3 CT11 异常

位于测区中部,异常中心坐标  $X=200000$ ,  $Y=7337915$ ,面积约  $0.43 \text{ km}^2$ 。

从  $\Delta T$  局部场异常等值线平面图(图 7)看,CT11 异常为正负异常,北面为正异常,呈东西走向,最大正异常强度为 200 nT,最大负异常强度为-150 nT。有三个异常中心呈串珠状分布,南东面的异常中心强度最大。CT11 异常位于火山碎屑岩和辉长岩上。根据上延结果,向上延拓 50 m 后,负异常消失,但正异常强度仍有 180 nT,且形成了南东和北西二个异常中心,并且北西的异常中心范围变大,强度变强;向上延拓 100 m 后异常形状与上延 50 m 时基本相同,说明引起 CT11 异常的磁性体埋深不大且磁性不均匀。根据小波分析结果,在 1 阶细节中有多个异常中心,异常范围不大,由异常功率谱求得场源视深度为 15 m;在 2 阶细节中正负异常呈条带状,正异常强度最大为 70 nT,由异常功率谱求得场源视深度为 70 m;在 3 阶细节中形成了南东和北西二个异常中心,由异常功率谱求得场源视深度为 160 m。CT11 异常强度为-150~200 nT,结合岩(矿)石磁性测定结果,认为磁异常不可能是火山碎屑岩和辉长岩引起,可能是隐伏矿化体引起。为了解矿化体往深部情况,我们对 CT11 异常进行 2.5 维剖面反演,剖面走向为南北向(小号点为南),测点为 336 线 1980 至 2480 点。反演结果如图 7。由图 7 可见,磁异常由二个矿化体引起,矿化体 1 呈厚板状向南倾,最大厚度约 60 m,埋藏深度约 60 m;矿化体 2 呈椭圆状,直径约 50 m,埋藏深度约 20 m。

综上所述,推断CT11异常为隐伏矿化体引起,主要埋藏在负异常一侧。

#### 4.4 其它异常

##### (1) CT1 异常

异常中心坐标  $X=200441$ ,  $Y=735636$ ,面积约  $0.13 \text{ km}^2$ 。

异常西面未封闭。有二个正异常中心和一个负异常中心,

正异常最大值 100 nT,负异常最大为-50 nT。向上延拓 50 m 后为正异常,但强度明显变大。向上延拓 100 m 后异常不明显。在 1 阶细节中异常不明显,在 2 阶细节中为明显的正负异常,呈北西向条带状,正异常强度最大为 20 nT,由异常功率谱求得场源视深度为 70 m;异常大部分位于火山碎屑岩上,西面位于辉长岩上。由于异常强度较弱,结合岩(矿)石磁性测定结果,认为磁异常可能是辉长岩引起,但不排除局部有隐伏矿化体存在。

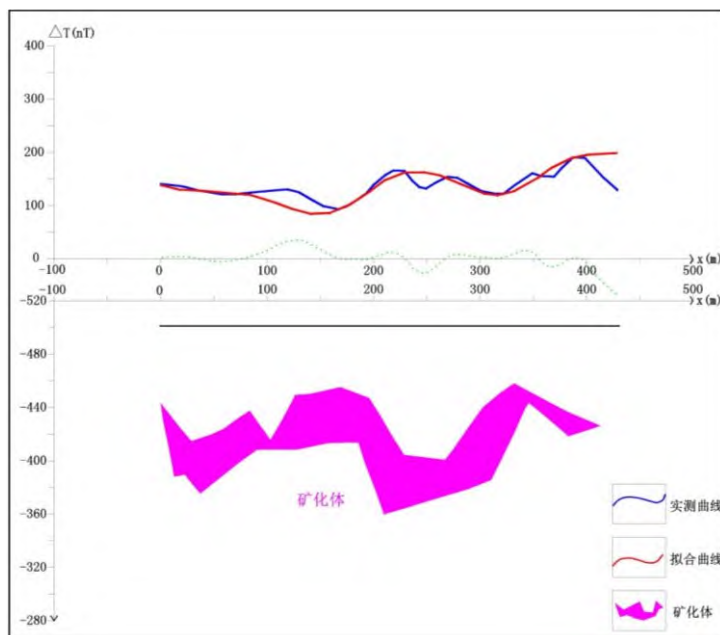


图 6 236 线 2860~3290 点 2.5 维反演图

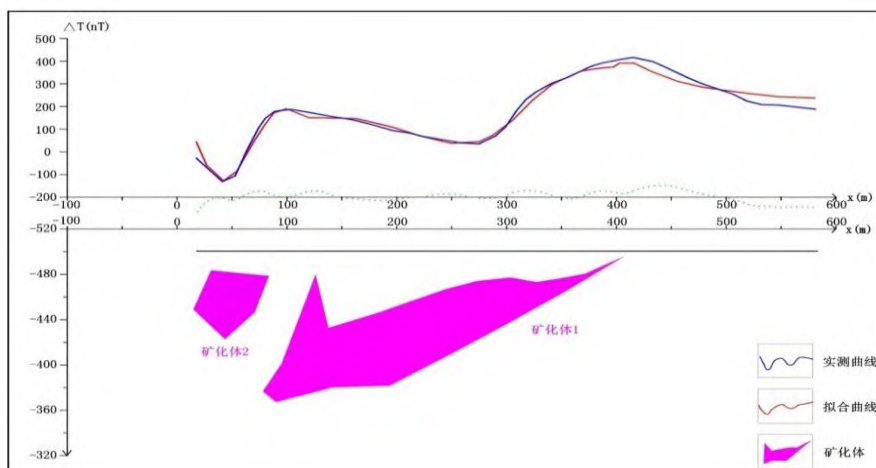


图 7 336 线 1980~2480 点 2.5 维反演图

## (2) CT3 异常

异常中心坐标  $X=199471$ ,  $Y=735925$ , 面积约  $0.15 \text{ km}^2$ 。异常西面未封闭。为正负异常, 呈北西向条带状分布, 正异常位于北面。正异常最大值  $200 \text{ nT}$ , 负异常最大为  $-300 \text{ nT}$ 。向上延拓  $50 \text{ m}$  后只剩正异常, 最大值  $160 \text{ nT}$ 。在 1 阶细节中有多处明显的异常中心, 但中心范围较小, 在 2 阶细节中为明显的正负异常, 呈北西向条带状, 在 3 阶细节中异常不明显。异常范围出露有火山碎屑岩和辉长岩。根据岩石磁性测定结果, 认为磁异常可能是隐伏矿化体引起, 主要分布于负异常一侧, 根据小波分析结果, 埋深约  $70 \text{ m}$ 。

## (3) CT4 异常

异常中心坐标  $X=199261$ ,  $Y=736003$ , 面积约  $0.06 \text{ km}^2$ 。异常西面未封闭。为正负异常, 呈北东向条带状分布, 正异常位于北东面。正异常最大值  $200 \text{ nT}$ , 负异常最大为  $-300 \text{ nT}$ 。向上延拓  $50 \text{ m}$  后异常形状不变, 但异常强度变弱, 向上延拓  $100 \text{ m}$  后异常消失。在 1 阶细节中有多处明显的异常中心, 但中心范围较小, 在 2 阶细节中为明显的正负异常, 呈北东向条带状, 在 3 阶细节中异常不明显。异常范围出露有第四系和辉长岩。根据岩石磁性测定结果, 认为磁异常可能是隐伏矿化体引起, 主要分布于负异常一侧, 根据小波分析结果, 埋深约  $70 \text{ m}$ 。

## (4) CT5 异常

异常中心坐标  $X=198998$ ,  $Y=736248$ , 面积约  $0.12 \text{ km}^2$ 。异常西面未封闭。为正负异常, 呈东西向条带状分布, 正异常位于北东面。正异常最大值  $150 \text{ nT}$ , 负异常最大为  $-300 \text{ nT}$ 。向上延拓  $50 \text{ m}$  后正异常不明显, 但负异常范围变大, 强度为  $-160 \text{ nT}$ 。向上延拓  $100 \text{ m}$  后异常不明显。在 1 阶细节中有多处明显的异常中心, 但中心范围较小, 在 2 阶细节中为明显的正负异常, 呈东西向条带状, 在 3 阶细节中异常形状不变, 但异常强度变弱。异常范围出露有火山碎屑岩和辉长岩。根据岩石磁性测定结果 (黎广, 2015; 夏辉等, 2013), 认为磁异常可能是隐伏矿化体引起, 主要分布于负异常一侧, 根据小波分析结果, 埋深约  $70 \text{ m}$ 。

## (5) CT6 异常

异常中心坐标  $X=201155$ ,  $Y=736509$ , 面积约  $0.009 \text{ km}^2$ 。异常北面未封闭。为正异常, 正异常最大值  $150 \text{ nT}$ 。向上延拓  $50 \text{ m}$  后为明显的正异常。向上延拓  $100 \text{ m}$  后异常不明显。在 1 阶细节中二处明显的异常中心, 但中心范围较小, 在 2 阶细节中异常不明显。异常范围出露有火山碎屑岩和辉长岩。位于矿化体露头东面  $70 \text{ m}$ , 结合岩石磁性测定结果, 认为磁异常可能是矿化体引起, 根据小波分析结果, 埋深约  $15 \text{ m}$ 。

## (6) CT8 异常

异常中心坐标  $X=200393$ ,  $Y=736413$ , 面积约  $0.07 \text{ km}^2$ 。为正异常, 呈椭圆状分布。正异常最大值  $400 \text{ nT}$ 。向上延拓  $100 \text{ m}$  后异常呈条带状, 强度仍有  $180 \text{ nT}$ 。在 1 阶细节中呈明显的正负异常, 在 2 阶细节中为明显的正异常, 呈椭圆状, 在 3 阶细节中异常形状不变, 但异常强度变弱。异常范围出露有火山碎屑岩。根据岩石磁性测定结果, 认为磁异常可能是隐伏矿化体引起, 根据小波分析结果, 埋深约  $70 \text{ m}$ , 但由于异常为椭圆状正异常, 是单点异常, 不排除异常是干扰引起 (简楚等, 2019; 张永恒等, 2022)。

## (7) CT9 异常

异常中心坐标  $X=201119$ ,  $Y=737261$ , 面积约  $0.26 \text{ km}^2$ 。异常北面未封闭。有多个正负异常, 但异常强度不高。向上延拓  $50 \text{ m}$  后为异常不明显。在 1 阶细节中多处明显的正负异常中心, 但中心范围较小, 在 3 阶细节中异常不明显。异常范围出露有辉长岩。异常强度不高, 且根据小波分析结果, 磁性体埋深约  $15 \text{ m}$ , 结合岩石磁性测定结果, 认为磁异常可能是辉长岩引起。

## (8) CT10 异常

异常中心坐标  $X=200822$ ,  $Y=737089$ , 面积约  $0.08 \text{ km}^2$ 。为正负异常, 呈北西向条带状分布, 正异常位于北东面。正异常最大值  $200 \text{ nT}$ , 负异常最大为  $-50 \text{ nT}$ 。向上延拓  $50 \text{ m}$  后负异常消失, 向上延拓  $100 \text{ m}$  后只剩椭圆状正异常。在 1 阶细节中有一处明显的正负异常中心, 呈椭圆状, 在 2 阶细节中为明显的正负异常, 呈北东向条带状, 在 3 阶细节中异常不明显。异常范围出露有火山碎屑岩和辉长岩。异常特征与 CT7 相似, 结合岩石磁性测定结果, 认为磁异常可能是隐伏矿化体引起, 根据小波分析结果, 埋深约  $70 \text{ m}$ 。

## (9) CT12 异常



异常中心坐标  $X=199582$ ,  $Y=737099$ , 面积约  $0.09 \text{ km}^2$ 。为正负异常, 呈北西向条带状分布, 正异常位于北东面。正异常最大值  $150 \text{ nT}$ , 负异常最大为  $-100 \text{ nT}$ 。向上延拓  $50 \text{ m}$  后负异常消失, 正异常呈椭圆状, 向上延拓  $100 \text{ m}$  后形状不变, 异常强度有  $160 \text{ nT}$ 。在 1 阶细节中有多处明显的正负异常中心, 呈椭圆状, 在 2 阶细节中有二个明显的正负异常中心, 呈北东向条带状, 在 3 阶细节中异常不明显。异常范围出露有火山碎屑岩和辉长岩。异常特征与 CT11 相似, 结合岩石磁性测定结果, 认为磁异常可能是隐伏矿化体引起, 主要分布于负异常一侧, 根据小波分析结果, 埋深约  $70 \text{ m}$ 。

#### (10) CT13 异常

异常中心坐标  $X=201196$ ,  $Y=738328$ , 面积约  $0.1 \text{ km}^2$ 。异常北、东面未封闭。为正负异常, 但异常强度不高。向上延拓  $50 \text{ m}$  后异常不明显, 显示出区域场特征。在 1 阶细节中多处不明显的正负异常中心, 且中心范围也较小, 在 3 阶细节中异常不明显。异常范围出露有辉长岩。异常强度不高, 且上延拓  $50 \text{ m}$  后异常显示出区域场特征, 结合岩石磁性测定结果, 认为磁异常可能是辉长岩引起。

#### (11) CT14 异常

异常中心坐标  $X=200618$ ,  $Y=738285$ , 面积约  $0.04 \text{ km}^2$ 。有二个异常中心, 异常强度不高, 南面异常为正负异常, 北面为正异常。向上延拓  $50 \text{ m}$  后异常不明显, 显示出区域场特征。在 1 阶细节中二处明显的异常中心, 在 2 阶细节中异常形状不变, 在 3 阶细节中异常不明显。北面正异常位于有辉长岩上, 南面正负异常位于火山碎屑岩。异常强度不高, 且上延拓  $50 \text{ m}$  后异常显示出区域场特征, 结合岩石磁性测定结果, 认为磁异常可能是辉长岩引起, 但由于 2 阶细节中仍有明显的磁异常, 所以不排除是隐伏磁性体引起。

#### (12) CT15 异常

异常中心坐标  $X=200202$ ,  $Y=738121$ , 面积约  $0.02 \text{ km}^2$ 。为正负异常, 呈椭圆状分布, 正异常位于北东面。正异常最大值  $200 \text{ nT}$ , 负异常最大为  $-150 \text{ nT}$ 。向上延拓  $50 \text{ m}$  后为正异常, 呈椭圆状, 向上延拓  $100 \text{ m}$  后异常消失。在 1 阶细节中呈明显的正负异常, 呈椭圆状, 在 2 阶细节中异常形状不变, 但强度变弱, 在 3 阶细节中异常不明显。异常范围出露有辉长岩。异常位于 CT11 北侧, 特征与之相似, 认为磁异常可能是隐伏矿化体引起, 根据小波分析结果, 埋深约  $70 \text{ m}$ 。

#### (13) CT16 异常

异常中心坐标  $X=199554$ ,  $Y=738084$ , 面积约  $0.12 \text{ km}^2$ 。为正负异常, 呈北北西条带状分布, 正异常位于南面。正异常最大值  $100 \text{ nT}$ , 负异常最大为  $-200 \text{ nT}$ 。向上延拓  $50 \text{ m}$  后仍为明显的正负异常, 向上延拓  $100 \text{ m}$  后负异常消失。在 1 阶细节中有多处明显的正负异常, 在 2 阶细节中明显的条带状正负异常, 在 3 阶细节中异常形状不变, 但异常强度变弱。异常范围出露有火山碎屑岩和辉长岩。异常分布与岩性分布没有对应性, 说明异常不是地层引起。根据异常特征推断磁异常可能是隐伏矿化体引起, 根据小波分析结果, 埋深约  $70 \text{ m}$ 。

## 5 结论

(1) 重点剖面的反演成果, 能较为直观的反应矿体埋深、形态及规模大小, 该成果对后期找矿意义显著。

(2) 磁法勘查在目标矿体与围岩物性特征差异明显情况下, 厘定矿体及矿化体较为简单。如本勘查区内铁矿石与辉长岩之间的磁性差异并不明显的情况下, 虽不具备利用磁测成果直接划分岩性界线或找矿的前提, 但通过对所圈定的磁异常进行综合解释, 推断隐伏磁性体的存在、并为地质填图及找矿提供间接依据仍是一种不错的技术方法和手段。

(3) 通过对勘查区高精度磁法圈出 16 个局部异常的综合解释, 初步认为 CT3 ~ CT6、CT12、CT15 和 CT16 是后期勘查实施的重点及找矿的靶区。后期我们仍可以结合更新的勘查成果, 对本次磁法成果进行二次修正及重新解译, 进一步助力我们对勘查手段的选择及成矿预测上指明方向。

(4) 本区目标铁矿石与辉长岩之间的磁性差异并不明显, 因此, 仅仅依据磁法成果进行矿体的厘定存在一定的找矿风险, 后期可实施电法及钻探手段进行验证及综合研究, 并对成果再次进行解译汇总。

#### 参考文献:

- 赵大咏, 刘石年. 2021. 印度洋、大西洋洋壳流运动对地形地貌的影响[J]. 四川地质学报, 41(01): 13-18.
- 胡久常. 1994. 海南岛及其邻区地震活动特征分析[J]. 华南地震, (4): 29-34.
- 梁光河. 2013. 海南岛从中国北部湾分离旋转漂移出去的 8 大证据[J]. 地质学报, 87(增刊): 73-76.
- 陈国达. 1996. 地洼说学[M]. 长沙: 中南工业大学出版社.
- 岳继宗, 江辉, 刘亮, 等. 2021. 以东台子铜矿化点为例浅谈综合物化探方法在找矿中的运用[J]. 矿业工程, 19(01): 11-16.
- 刘亮, 苏画, 王超, 等. 2019. 巴颜喀拉热琼锡矿化综合物化探特征与找矿标志[J]. 地质找矿论丛, 34(04): 620-626.
- 李荣亮, 田建荣, 刘洋, 等. 2017. 综合物探方法在甘肃梧桐井铁铜多金属矿勘查中的应用[J]. 地质与勘探, 53(04): 755-764.
- 孙海川, 许兴荣, 王亚峰. 2021. 综合物探在会宁县罐子峡 M 区块石墨矿勘查中的应用[J]. 物探与化探, 45(03): 653-660.
- 黎广. 2015. 物探方法在南江尖山石墨矿中的选择及应用[J]. 中国非金属矿工业导刊, (5): 27-28+37.
- 夏辉, 代晓龙, 刘学清, 等. 2013. 新疆阿拉托别石墨矿激电异常特征及找矿效果的初步研究[J]. 西部探矿工程, (11): 150-152.
- 简楚, 眭超, 滕鹏, 等. 2019. 物探方法在攀枝花三大湾石墨矿区的选择及运用效果[J]. 四川地质学报, 39(S1): 145-147+170.
- 张永恒, 李勇, 姚毅锋. 2022. 综合物探方法在四川庙坪石墨矿勘探中的应用[J]. 四川地质学报, 42(01): 146-149+165.

## Geophysical Characteristics and Prospecting Direction Prediction of the Bangka Island Iron Ore Exploration Area in North Sulawesi

ZHANG Feng<sup>1</sup> YANG Xiaokang<sup>2</sup>

(1-Sichuan Yuexinkun Geological and Mineral Exploration Co., Ltd., Chengdu 610051; 2-Guangdong Anbang Energy Co., Ltd., Shenzhen 518046)

**Abstract:** Based on the known mineralization points in the area, the study took magnetic geophysical exploration as the working method, and finally delineated 16 abnormal areas through 1:10 000 magnetic geophysical exploration and according to the geophysical characteristics of the exploration area. This paper takes 16 anomaly areas as the key research objects, and selects the magnetic section in the key anomaly areas for 2.5-dimensional inversion. Finally, the shape, scale and buried depth of the ore body are predicted, and the further prospecting direction is indicated.

**Key words:** North Sulawesi; iron ore exploration area; magnetic method; geophysical characteristics; metallogenic prediction; anomaly evaluation;

(上接第 438 页)

## Study on Geological Characteristics and Ore-controlling Conditions of Jianzidong Tungsten Polymetallic Deposit in Huili County, Sichuan Province

MU Junqing ZENG Fanfan

(The 7th Geological Team of Sichuan, Leshan Sichuan 614000)

**Abstract:** Based on the analysis of regional geological background, geological characteristics and ore-controlling factors of Jianzidong tungsten polymetallic deposit in Huili County, Sichuan Province, the metallogenic geological background and prospecting regularity of the exploration area are summarized, in order to guide the discovery of more new tungsten polymetallic deposits in Huili Yimen-Chahe area. The present exploration results show that the scheelite ore in the area has a medium to large scale. The deposit is strictly controlled by the near east-west F3 fault of the mining area and the skarn of the Middle Proterozoic Fengshanying Formation, as well as the acidic magma of the Middle Proterozoic. The deposit belongs to skarn type.

**Key words:** skarn scheelite; geological characteristics; ore-controlling condition